

ICS 77.140.50

H 46

团 体 标 准

T/SSEA **** —2019

风力发电塔用稀土结构钢板

Rare earth structural steel plate for wind power tower

(征求意见稿)

2019-XX-XX 发布

2019-XX-XX 实施

中国特钢企业协会 发布

目 次

1 范围.....	4
2 规范性引用文件	4
3 分类、代号	4
4 订货内容	4
5 尺寸、外形、重量及允许偏差	5
6 技术要求	5
7 试验方法	8
8 检验规则	8
9 包装、标志和质量证明书	9
附 录 A （资料性附录） 牌号对照表	10

前 言

标准根据 GB/T1.1-2009《标准化工作导则 第 1 部分：标准的结构和编写》的格式和要求编写。

本标准由中国特钢企业协会团体标准化工作委员会提出并归口。

本标准起草单位：

本标准主要起草人：

引 言

稀土钢是未来大力发展的新材料之一。2018年3月，质检总局联合工业和信息化部、发展改革委、科技部、国防科工局、中国科学院、中国工程院、国家认监委、国家标准委部门印发了《新材料标准领航行动计划(2018-2020年)》，特别强调要完善稀土品种钢成分、工艺与质量标准，制定优特钢用高纯稀土金属与稀土合金标准，扩大稀土在钢铁行业的应用，打造国际化的稀土钢品牌。

风力发电塔用结构钢板通过添加稀土元素后，可有效提高钢板的低温冲击性能，保障了风电铁塔在低温环境下的使用安全性。

为了满足风力发电塔用稀土结构钢板生产企业规范生产和下游塔厂加工、采购的需求，亟需制定相关标准，引领稀土钢的应用和发展，促进我国从“稀土大国”迈向“稀土强国”。

风力发电塔用稀土结构钢板

1 范围

本标准规定了风力发电塔用稀土结构钢板的牌号、订货内容、尺寸、外形、重量及允许偏差、技术要求、试验方法、检验规则、包装、标志和质量证明书。

本标准适用于厚度为6mm~130mm的风力发电塔用稀土结构钢板。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 222 钢的成品化学成分允许偏差

GB/T 223 钢铁及合金化学分析方法

GB/T 228.1 金属材料 拉伸试验 第1部分：室温试验方法

GB/T 229 金属材料 夏比摆锤冲击试验方法

GB/T 232 金属材料 弯曲试验方法

GB/T 247 钢板和钢带包装、标志及质量证明书的一般规定

GB/T 709 热轧钢板和钢带的尺寸、外形、重量及允许偏差

GB/T 2975 钢及钢产品 力学性能试验取样位置及试样制备

GB/T 4336 碳素钢和中低合金钢 火花源原子发射光谱分析方法(常规法)

GB/T 5313 厚度方向性能钢板

GB/T 14977 热轧钢板表面质量的一般要求

GB/T 17505 钢及钢产品交货一般技术要求

GB/T 20066 钢和铁 化学成分测定用试样的取样和制样方法

NB/T 47013.3 承压设备无损检测 第3部分 超声检测

YB/T 081 冶金技术标准的数值修约与检测数值的判定原则

3 分类、代号

钢的牌号由“屈服强度”的汉语拼音的首位字母“Q”代表、规定最小屈服强度数值、“风塔”的汉语拼音首位字母、“稀土”英语单词的首位字母、稀土钢种类代号（没有任何数字代表稀土处理钢,1代表稀土微合金化钢）、质量等级符号（C、D、E、F）及四个部分按顺序排列。例如：Q345FTRED、Q345FTRE1D。

当要求钢板具有厚度方向性能时，则在上述规定的牌号后分别加上代表厚度方向（Z向）性能级别的符号Z15（Z25、Z35），如：Q345FTRE1DZ15。

4 订货内容

按本标准订货的合同或订单应包括下列内容：

- a) 标准编号；
- b) 产品名称；
- c) 牌号；
- d) 尺寸、外形及偏差要求；
- e) 重量；
- f) 交货状态；

g) 特殊要求。

5 尺寸、外形、重量及允许偏差

钢板的尺寸、外形、重量及允许偏差应符合 GB/T 709 的规定。

6 技术要求

6.1 化学成分

6.1.1 钢的牌号及化学成分(熔炼分析)应符合表 1 和表 2 的规定。

6.1.1.1 细化晶粒元素 Al、Nb、V、Ti 应至少加入其中一种,可以单独加入或以任一组合形式加入,并保证其中至少有一种的含量不小于 0.015%。当单独加入时,其含量应符合表 1 和表 2 所列值。当混合加入两种或两种以上时,总量应不大于 0.22%。

6.1.1.2 当采用全铝(Alt)含量(质量分数)计算钢中铝含量时,全铝含量应不小于 0.020%。

6.1.1.3 如果添加其他固氮元素,酸溶铝(Als)和全铝(Alt)含量不适用。

表1 化学成分(稀土处理钢)

牌号	质量等级	化学成分(质量分数)/%														
		C ≤	Mn ^a	P ≤	S ≤	Si ≤	Nb ≤	V ≤	Ti ≤	Mo ≤	Cr ≤	Ni ≤	Cu ≤	Als ≥	N ≤	RE
Q345FTRE	C、D	0.20	0.90 ~ 1.65	0.025	0.015	0.50	0.060	0.12	0.050	0.20	0.30	0.50	0.30	0.015	0.012	≥0.0003
	E、F		0.020	0.010	0.010										<0.0010	
Q420FTRE	C、D	0.20	1.00 ~ 1.70	0.025	0.015	0.50	0.060	0.15	0.050	0.20	0.30	0.50	0.30	0.015	0.012	≥0.0003
	E、F		0.020	0.010	0.010										<0.0010	
Q460FTRE	C、D	0.20	1.00 ~ 1.70	0.025	0.015	0.60	0.070	0.15	0.050	0.30	0.60	0.80	0.55	0.015	0.012	≥0.0003
	E、F		0.020	0.010	0.010										<0.0010	
Q550FTRE	D	0.20	≤ 1.80	0.020	0.010	0.60	0.070	0.15	0.050	0.50	0.80	0.80	0.80	0.015	0.012	≥0.0003
	E		0.010	<0.0010												

^a 交货状态为正火的钢板的Mn含量下限按表1的规定,其它交货状态的钢板的Mn含量下限不作要求。

表2 化学成分(稀土微合金化钢)

牌号	质量等级	化学成分(质量分数)/%														
		C ≤	Mn ^a	P ≤	S ≤	Si ≤	Nb ≤	V ≤	Ti ≤	Mo ≤	Cr ≤	Ni ≤	Cu ≤	Als ≥	N ≤	RE
Q345FTRE1	C、D	0.20	0.90 ~ 1.65	0.025	0.015	0.50	0.060	0.12	0.050	0.20	0.30	0.50	0.30	0.015	0.012	0.0010
	E、F		0.020	0.010	0.010										~0.0050	
Q420FTRE1	C、D	0.20	1.00 ~ 1.70	0.025	0.015	0.50	0.060	0.15	0.050	0.20	0.30	0.50	0.30	0.015	0.012	0.0010
	E、F		0.020	0.010	0.010										~0.0050	
Q460FTRE1	C、D	0.20	1.00 ~ 1.70	0.025	0.015	0.60	0.070	0.15	0.050	0.30	0.60	0.80	0.55	0.015	0.012	0.0010
	E、F		0.020	0.010	0.010										~0.0050	
Q550FTRE1	D	0.20	≤ 1.80	0.020	0.010	0.60	0.070	0.15	0.050	0.50	0.80	0.80	0.80	0.015	0.012	0.0010
	E		0.010	~0.0050												

^a 交货状态为正火的钢板的Mn含量下限按表2的规定,其它交货状态的钢板的Mn含量下限不作要求。

6.1.2 钢板和钢带的成品化学成分允许偏差应符合 GB/T 222 的规定。

6.1.3 钢板的碳当量(CEV)由熔炼分析成分按式(1)计算,其值应符合表 2~表 5 的规定。

$$CEV = C + \frac{Mn}{6} + \frac{(Cr + Mo + V)}{5} + \frac{(Ni + Cu)}{15} \quad (1)$$

6.1.4 热机械轧制或热机械轧制加回火状态交货的钢板,当C含量不大于0.12%时,可采用焊接裂纹敏感性指数(Pcm)代替碳当量评估钢板的可焊性,Pcm应由熔炼分析成分按式(2)计算,其值应符合表4的规定。

$$P_{cm}=C + \frac{Si}{30} + \frac{Mn}{20} + \frac{Cu}{20} + \frac{Ni}{60} + \frac{Cr}{20} + \frac{Mo}{15} + \frac{V}{10} + 5B \quad (2)$$

6.1.5 Z向钢板的S含量应符合GB/T 5313的要求。

6.2 冶炼方法

钢板由转炉冶炼,并应进行炉外精炼。

6.3 交货状态

不同等级、不同厚度规格的风电塔用结构钢板,其交货状态应符合表3~表6的规定。

表3 热轧、控轧状态交货的钢板牌号及其碳当量

牌号	交货状态	质量等级	碳当量(CEV)/%	
			厚度≤40mm	厚度>40mm
Q345FTRE、Q345FTRE1	热轧、控轧	C、D、E、F	≤0.42	≤0.44
Q420FTRE、Q420FTRE1		C、D、E、F	≤0.45	≤0.47
Q460FTRE、Q460FTRE1		C、D、E、F	≤0.46	≤0.48

表4 正火、正火轧制状态交货的钢板牌号及其碳当量

牌号	交货状态	质量等级	碳当量(CEV)/%	
			厚度≤40mm	厚度>40mm
Q345FTRE、Q345FTRE1	正火、正火轧制	C、D、E、F	≤0.43	≤0.45
Q420FTRE、Q420FTRE1		C、D、E、F	≤0.48	≤0.50
Q460FTRE、Q460FTRE1		C、D、E、F	≤0.52	≤0.53

表5 TMCP、TMCP+回火状态交货的钢板牌号及其碳当量和Pcm

牌号	交货状态	质量等级	碳当量(CEV)/%			Pcm/%
			厚度/mm			
			≤40	>40~60	>60	
Q345FTRE、Q345FTRE1	TMCP、 TMCP+回火	C、D、E、F	≤0.39	≤0.41	≤0.43	≤0.20
Q420FTRE、Q420FTRE1		C、D、E、F	≤0.44	≤0.46	≤0.48	≤0.20
Q460FTRE、Q460FTRE1		C、D、E、F	≤0.46	≤0.48	≤0.50	≤0.20
Q550FTRE、Q550FTRE1		D、E	≤0.48	≤0.50	≤0.52	≤0.25

表6 淬火+回火状态交货的钢板牌号及其碳当量

牌号	交货状态	质量等级	碳当量(CEV)/%	
			厚度/mm	
			≤40	>40~130
Q460FTRE、Q460FTRE1	淬火+回火	C、D、E、F	≤0.48	≤0.50
Q550FTRE、Q550FTRE1		D、E	≤0.55	≤0.60

6.4 力学性能

6.4.1 拉伸试验

钢板的拉伸试验性能应符合表 7 的规定。

6.4.2 夏比 V 型缺口冲击试验

6.4.2.1 钢板的夏比 V 型缺口冲击试验的冲击温度和冲击吸收能量应符合表 7 的规定。

6.4.2.2 厚度不小于 12mm 的钢板，冲击试样取 10mm×10mm×55mm 的标准试样；厚度小于 12mm 的钢板，应采用 7.5mm×10mm×55mm 或 5mm×10mm×55mm 的试样，冲击吸收能量应分别为不小于表 6 规定值的 75%或 50%，优先采用较大尺寸的试样。

6.4.2.3 钢板的冲击试验结果按一组 3 个试样的算术平均值进行计算。允许其中有 1 个试验值低于规定值，但不应低于规定值的 70%，否则，应从同一取样钢板上再取 3 个试样进行试验，先后 6 个试样试验结果的算术平均值不得低于规定值，允许有 2 个试样的试验结果低于规定值，但其中低于规定值 70%的试样只允许有一个。

6.4.3 Z 向钢厚度方向断面收缩率应符合 GB/T 5313 的要求。

6.4.4 当需方要求做弯曲试验时，弯曲试验应符合表 7 的规定。如供方保证弯曲合格时，可不做弯曲试验。

表7 力学性能

牌号	质量等级	横向下屈服强度 ^a ReL/(N/mm ²)≥				抗拉强度 Rm (N/mm ²)	断后 伸长率 A/% Lo=5.65√S ₀ ≥	冲击 吸收 能量 ^{c、d、e} KV ₂ /J ≥	冲击 吸收 能量 ^{c、d、f} KV ₂ /J ≥	180°弯曲试验 d=弯心直径 a=试样厚度	
		钢板厚度/mm								钢板厚度/mm	
		≤16	>16~40	>40~100	>100~130					≤16	>16~130
Q345FTRE、 Q345FTRE1	C、D	345	335	325	305	470~630	21 ^b	60	80	d=2a	d=3a
	E、F										
Q420FTRE、 Q420FTRE1	C、D	420	400	390	370	520~680	19 ^b	60	80		
	E、F										
Q460FTRE、 Q460FTRE1	C、D	460	440	420	400	550~720	17	60	80		
	E、F										
Q550FTRE、 Q550FTRE1	D	550	530	510	670~830	16	60	80			
	E								47	60	

^a 拉伸试样采用横向板状试样，当屈服不明显时，可采用 R_{p0.2} 代替下屈服。
^b 当钢板厚度>60mm~100mm 时，断后伸长率可降低 1%，当钢板厚度>100mm~130mm 时，断后伸长率可降低 2%。
^c 冲击试验采用纵向试样。
^d 不同质量等级对应的冲击试验温度：C—0℃，D—-20℃，E—-40℃，F—-50℃。
^e 稀土处理钢
^f 稀土微合金化钢

6.5 表面质量

6.5.1 钢板表面不得有气泡、结疤、裂纹、折叠、夹杂、压入氧化铁皮等，钢板不得有分层。

6.5.2 钢板表面允许有不妨碍检查表面缺陷的薄层氧化铁皮、铁锈、由压入氧化铁皮脱落引起的不显著的表面粗糙、划伤、压痕及其他局部缺陷，但其深度不大于厚度公差之半，并应保证钢板的最小厚度。

6.5.3 钢板表面缺陷允许修磨清理，但应保证钢板的最小厚度，清理处应平滑无棱角。

6.5.4 经供需双方协商，表面质量可执行 GB/T 14977。

6.6 特殊要求

6.6.1 经供需双方协商，钢板可逐张进行无损检测，检验方法可按 NB/T 47013.3 或其它无损检测标准的规定执行，具体执行标准和级别应在协议或合同中明确。

6.6.2 根据供需双方协商，并在合同注明，可对耐候性能、耐疲劳性能等作特殊要求。

7 试验方法

钢带的各项检验的检验项目、取样数量、取样方法和试验方法应符合表8的规定。

表 8 检测项目、取样数量、取样方法及试验方法

序号	检验项目	取样数量/个	取样方法位	试验方法
1	化学分析	1/炉	GB/T 20066	GB/T 223、GB/T 4336
2	拉伸试验	1/批	GB/T 2975	GB/T 228.1
3	冲击试验	3/批	GB/T 2975	GB/T 229
4	弯曲试验	1/批	GB/T 2975	GB/T 232
5	Z 向厚度断面收缩率	3/批	GB/T 5313	GB/T 5313
6	无损检验	逐张	/	NB/T 47013.3 或其它无损检测标准
7	尺寸、外形	逐张	/	符合精度要求的适宜量具
8	表面质量	逐张	-	目视

8 检验规则

8.1 检查和验收

钢板的检查和验收由供方进行，需方有权对本标准或合同中所规定的任一检验项目进行检查和验收。

8.2 组批

8.2.1 钢板应按批验收，每批由同一牌号、同一质量等级，同一炉号、同一厚度、同一轧制制度、同一热处理制度的钢板组成，每批重量不大于 60t。

8.2.2 Z 向钢的组批应符合 GB/T 5313 的规定。

8.3 复验与判定规则

8.3.1 力学性能的复验与判定

8.3.1.1 钢板的冲击试验结果不符合 6.4.2.3 的规定时，抽样钢板应不予验收。再从该试验单元的剩余部分取两个抽样产品，在每个抽样产品上各选取新的一组 3 个试样，这两组试样的试验结果均应合格，否则该批钢板应拒收。

8.3.1.2 钢板拉伸试验的复验与判定应符合 GB/T 17505 的规定。

8.3.2 其他检验项目的复验与判定

钢板的其他检验项目的复验与判定应符合 GB/T 17505 的规定。

8.4 力学性能和化学成分试验结果的修约

除非在合同或订单中另有规定，当需要评定试验结果是否符合规定值，所给出力学性能和化学成分试验结果应修约到与规定值的数位相一致，其修约方法应按YB/T 081的规定进行。碳当量应先按公式计算后修约。

9 包装、标志和质量证明书

钢带的包装、标志和质量证明书应符合GB/T 247的规定。

附 录 A
(资料性附录)
牌号对照表

本标准牌号与参考标准的先进牌号对照见表A. 1。

表A. 1本标准与牌号与参考标准的先进牌号对照表

序号	本标准	GB/T 28410	ASTM A709-05	EN 10025
1	Q345FTRE	Q345FT	A709Gr50	S355
2	Q420FTRE	Q420FTE	—	S420
3	Q460FTRE	Q460FT	A709Gr70	S460
4	Q550FTRE	Q550FT	—	S550